



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ Patentschrift
⑩ DE 41 25 228 C 2

⑤1 Int. Cl. 6:
G 01 N 1/20
G 01 N 21/15
G 01 N 21/05
G 01 N 35/08

②1 Aktenzeichen: P 41 25 228.4-52
②2 Anmeldetag: 30. 7. 91
④3 Offenlegungstag: 4. 2. 93
④5 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 2. 2. 95

DE 41 25 228 C 2

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦3 Patentinhaber:
Brunke, Franz, 25541 Brunsbüttel, DE

⑦4 Vertreter:
Weber, O., Dipl.-Phys.; Heim, H., Dipl.-Ing.
Dipl.-Wirtsch.-Ing., Pat.-Anwälte, 81479 München

⑦2 Erfinder:
Antrag auf Nichtnennung

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:
DE 34 43 511 A1
DE 31 24 960 A1
DE 28 53 703 A1
DE 86 00 827 U1
DD 8 972
GB 14 64 491
US 46 63 978
US 39 13 384
US 36 28 028
WO 89 10 548

⑤4 Vorrichtung zur in-line-Probenahme und zur optischen Messung von Materialeigenschaften eines strömenden Fluids

DE 41 25 228 C 2

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur in-line-Probenahme und zur optischen Messung von Materialeigenschaften eines strömenden Fluids.

Für die Meßwerterfassung insbesondere von physikalischen Größen eines Fluids werden in zunehmendem Maße Prozeßanalysatoren eingesetzt, die eine Analyse eines Fluids im in-line-Verfahren durchführen. Die Verwertbarkeit der Ergebnisse dieser in-line-Analysatoren z. B. für die Prozeßsteuerung hängt in entscheidendem Maße von der Qualität der Probenahme ab.

In der Regel erfolgt die Probenahme aus einem Bypass zur Produktleitung, was mit folgenden Nachteilen verbunden ist. Die Probe ist zum einen nicht repräsentativ, da sie nicht isokinetisch aus dem Strömungskern gezogen wurde. Zum anderen enthält eine Bypass-Leitung in der Regel unerwünschte Toträume, die durch Verunreinigungen und andere Schmutzpartikel leicht verstopfen und schwer zu reinigen sind. Weiterhin können sich in der Bypass-Leitung Gasblasen kumulieren, die ebenfalls zu einer Verfälschung der Meßwerte führen.

Die heutzutage zur Verfügung stehenden Methoden zur in-line-Analytik und zur optischen Messung von Materialeigenschaften eines strömenden Fluids, z. B. über Faseroptik, bereiten indes gerade am Punkt der Probenahme große Probleme. So verfälschen bereits geringe Verunreinigungen und Schlieren auf der Optik die Meßergebnisse. Höhere Strömungsgeschwindigkeiten zur Lösung des obigen Problems erzielen zwar einen Reinigungseffekt, verfälschen jedoch ebenfalls das Meßergebnis.

Eine Vorrichtung zur Probenahme in einem bypass-ähnlichen, abtrennbaren Probenraum für eine Probe, die mit Hilfe einer verstellbaren Auslaßklappe im Bereich eines Wäagegefäßes angestaut wird und einen repräsentativen Durchschnitt eines Produktstromes darstellen soll, ist in der WO 89/10 548 beschrieben.

Bei einer in der DE 34 43 511 A1 beschriebenen Dichtemessung mit Hilfe eines Aerometers wird die Meßflüssigkeit einer Meßkammer ebenfalls über eine Bypass-Leitung zugeführt. Eine zusätzliche Reinigungsleitung soll mit einem erhöhten Durchsatz der Meßflüssigkeit Verunreinigungen am Aerometerkörper entfernen.

Eine Vorrichtung zur Bestimmung der Wasserqualität von stehenden Gewässern in Seen oder dgl. oder auch von Abwässern gemäß US 3 913 384 sieht einen eintauchbaren Sensor vor, der mit Hilfe einer Testflüssigkeit, die einer turbulenten Strömung, beispielsweise mit Hilfe eines Druckwellengenerators, unterworfen wird, von Verunreinigungen befreit werden soll.

Bei diesen bekannten Vorrichtungen nach dem Stand der Technik sind aufwendige Armaturen sowie ein großer Aufwand an Meß- und Regeltechnik notwendig, um eine reproduzierbare exakte Probenahme zu ermöglichen. Weiterhin ist ein hoher Wartungsaufwand notwendig, um eine brauchbare Verfügbarkeit des Analysensystems zu gewährleisten.

Es ist Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung anzugeben, die bei einem besonders einfachen Aufbau unter Vermeidung von Verschmutzungen und aufwendigen Wartungs- und Regelungsarbeiten eine exakt reproduzierbare Probenahme für optische Messungen bei in-line-Prozeßanalysatoren ermöglicht.

Diese Aufgabe wird durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind Gegenstand der Unteransprüche.

Bei der Vorrichtung erfolgt die Probenahme und Messung in zwei zeitlich aufeinanderfolgenden Prozeßschritten. Im ersten Prozeßschritt wird die Strömungsgeschwindigkeit im Bereich wenigstens einer Sensoröffnung im Durchflußrohr erhöht. Hierdurch wird die Optik der Sensoröffnung von Schlieren und anderen Verschmutzungen gereinigt. Zur Erhöhung wird ein Leit- oder Sperrelement in dem durch eine ausgerichtete Reflexionsplatte in einen Haupt- und Teilstrom unterteilten Durchflußstrom so betätigt, daß ein größerer Teil des Fluidstroms in Richtung auf wenigstens eine Sensoröffnung umgelenkt wird, welche in einer den Teilstrom begrenzenden Wand des Durchflußrohres oder in der Reflexionsplatte angeordnet ist.

Das Leit- oder Sperrelement kann als Klappe, Blende oder Schieber ausgebildet sein, wobei die strömungswirksamen Führungsflächen relativ zur Strömungsrichtung geneigt sind, wenn nicht sogar quer stehen.

Das Leit- oder Sperrelement kann auch in der Art eines Drehschiebers ausgebildet sein, der um eine Achse parallel zur Strömungsrichtung drehbar ist. Weiterhin sind blendenartige Leit- oder Sperrelemente denkbar, die den Hauptstrom in Richtung auf die Sensoröffnung absperrern, so daß das Fluid im Bereich der Sensoröffnung mit erhöhter Geschwindigkeit strömt.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Vorrichtung ist das Leit- oder Sperrelement als Klappe ausgebildet, die um eine quer zur Strömungsrichtung verlaufende Drehachse drehbar ist. Diese Klappe kann dann so ausgebildet sein, daß sie in einer ersten Stellung geneigt oder senkrecht zur Strömungsrichtung steht und einen Hauptteil des Flusses an der Sensoröffnung vorbeileitet und in einer zweiten Stellung im wesentlichen parallel zur Strömungsrichtung liegt oder aber den Bereich der Sensoröffnung abdeckt, damit dort eine geringe Strömungsgeschwindigkeit vorliegt. In diesem Bereich bildet sich dann eine Grenzschicht oder Zone mit sehr niedriger bzw. verminderter Strömungsgeschwindigkeit aus, in der nahezu ideale Analysenbedingungen herrschen und exakte Messungen der Materialeigenschaften des Fluids möglich sind.

Für die optischen Messungen, beispielsweise zur Durchführung von spektroskopischen Messungen im nahen Infrarot (NIR), wird die Reflexionsplatte für die optische Meßsonde bevorzugt parallel zur Wand des Durchflußrohres unterhalb der Sensoröffnung eingebaut.

Diese Platte kann auch mit einem Thermoelement versehen werden, wodurch man Temperaturwerte erhält, die für eine exakte Temperaturkompensation verwendet werden können. Denn die Temperaturmessung erfolgt im Gegensatz zu bekannten Meßverfahren am Ort der Probenahme.

Eine Temperaturmessung kann auch auf der drehbaren Klappe erfolgen, wobei die Thermofühler vorzugsweise gleichmäßig über die Klappe verteilt sind.

Die Beeinträchtigung der Messung durch Gasblasen kann durch den Einbau der Meßsonde und der Reflexionsplatte im unteren Teil des Durchflußrohres verhindert werden, da sich die Gasblasen nach der Querschnittserweiterung des Durchflußrohres im Bereich der Probenahme in den oberen Teil des Durchflußrohres absetzen werden.

Durch das Anbringen eines Drucksensors im Bereich der Meßsonde oberhalb der Reflexionsplatte kann der Durchfluß überwacht werden. Gemessen wird der Druck in dem Teilstrom zwischen der Wand des Durchflußrohres und der Reflexionsplatte. Wenn die Klappe

in ihre erste vertikale Sperrstellung geklappt wird und in dem Teilstrom kein Druckanstieg gemessen wird, so ist ein Rückschluß auf Störungen im Strömungsverlauf möglich.

Durch Vergleichsimpulse zu einer ebenfalls angebrachten Platte kann über eine Korrelation über den Druck die Dichte des strömenden Mediums ermittelt werden.

Für bestimmte Medien und in einigen Anwendungsgebieten ist eine stopfbuchslose Ausführung des Durchflußrohres von großer Bedeutung. Die zur Drehung der Klappe notwendigen Kräfte werden hier durch einen Magneten aufgebracht. Um die Stellkräfte zu verringern, wird der Drehpunkt der Klappe so gewählt, daß er nicht am äußersten Ende der Klappe liegt. Vorzugsweise wird die Klappe durch die Drehachse in zwei Schenkel unterteilt, auf die ein in etwa gleich starkes Drehmoment einwirkt, so daß durch die Fluidströmung im wesentlichen kein Drehmoment auf die Drehachse aufgebracht wird. Zusätzlich wird der zum Hauptstrom weisende Teil der Klappe wie eine Turbinenschaufel ausgeprägt, so daß sich das Drehmoment bei einer Drehung nicht linear verstärkt.

Um die Messung in einem Gebiet mit wenig Verwirbelung und Gasblasen durchführen zu können, empfiehlt es sich, das Leit- oder Sperrelement nach einer Beruhigungsstrecke in einem erweiterten Teil des Durchflußrohres vorzusehen. Nach dieser Beruhigungsstrecke haben sich die Verwirbelungen des Fluids aufgrund der Durchmesseränderung des Durchflußrohres gelegt, und es liegt wieder eine weitgehend lineare homogene Strömung vor.

Die Erfindung wird nachfolgend beispielsweise anhand der schematischen Zeichnung beschrieben. In dieser zeigen

Fig. 1 eine Aufsicht auf ein erweitertes Durchflußrohr mit einer Sensoröffnung;

Fig. 2 eine vergrößerte Ansicht des Schnitts II-II aus Fig. 1;

Fig. 3 einen teilweise vergrößerten Ausschnitt III-III aus Fig. 1 und

Fig. 4 ein weiteres Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 2.

Fig. 1 zeigt eine Produktleitung 10, an die ein erweitertes Durchflußrohr 12 mit einem gegenüber der Produktleitung 10 erweiterten rechteckigen Querschnitt angeflanscht ist. Das erweiterte Durchflußrohr 12 enthält eine Sensoröffnung 14 für den Anschluß einer nicht dargestellten Meßsonde für eine in-line-Analyse des durch die Produktleitung 10 strömenden Fluids.

Fig. 2 zeigt einen Ausschnitt des vergrößerten Längsschnitts II-II aus Fig. 1. Parallel zur Wand 16 des Durchflußrohres 12 ist unterhalb der Sensoröffnung 14 eine Reflexionsplatte 18 angeordnet, die eine Analyse im Wege der Prozeßspektroskopie über Totalreflexion ermöglicht. Die Reflexionsplatte 18 kann in nicht dargestellter Weise mit Thermofühlern versehen sein, um eine Temperaturkompensation der Meßergebnisse zu ermöglichen, wobei die Temperaturmeßstelle in vorteilhafter Weise am Punkt der Probenahme liegt.

Die Strömungsrichtung in dem Durchflußrohr 12 ist mit A gekennzeichnet. Stromaufwärts der Sensoröffnung 14 ist eine Klappe 20 als Leit- oder Sperrelement an einer Drehachse 22 drehbar angeordnet. Die Drehachse 22 ist quer zur Strömungsrichtung A und etwa in der Mitte des Durchflußrohres 12 angeordnet. Die Achse kann sich jedoch auch in dem der Sensoröffnung 14 abgewandten Teil des Durchflußrohres 12 erstrecken. Durch die Stellklappe 20 wird ein Teilstrom des Fluids in

den Bereich zwischen der Wand 16 des Durchflußrohres 12 und der Reflexionsplatte 18 hineingelenkt, wodurch dort die Strömungsgeschwindigkeit stark erhöht wird. Dies wiederum bewirkt eine Reinigung der Optik der Sensoröffnung 14.

Nach dem Reinigungszyklus wird die Stellklappe 20 über die Drehachse 22 in eine zweite Stellung bewegt, in der sie parallel zur Strömungsrichtung A liegt. Dort setzt sie dem Fluidstrom nur sehr wenig Widerstand entgegen, wodurch im gesamten erweiterten Durchflußrohr 12 eine sehr geringe Strömungsgeschwindigkeit mit wenig Turbulenzen und Gasblasen herrscht. Dies sind ideale Bedingungen für die Durchführung der Analyse.

Um eine Verfälschung der Meßergebnisse durch Gasblasen zu unterbinden, können die Sensoröffnung 14 und die Reflexionsplatte 18 vorzugsweise an der Unterseite des Durchflußrohres 12 angeordnet sein. Letztlich kann dies jedoch dadurch bewirkt werden, daß das Durchflußrohr 12 in einer gewünschten Lage an die Produktleitung 10 angeflanscht wird.

Fig. 3 zeigt die in Fig. 1 und 2 dargestellte Vorrichtung zur in-line-Probennahme in Strömungsrichtung A. Die seitlichen Enden der Stellklappe 20 sind zu der Wand 16 des Durchflußrohres 12 beabstandet. Um den Strömungsleiteffekt zu erhöhen, kann die Stellklappe auch an die seitlichen Wände des Durchflußrohres angrenzen.

Auch bei dem Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 ist parallel zur Wand 16 unterhalb der Sensoröffnung 14 eine Reflexionsplatte 24 angeordnet. Diese Reflexionsplatte 24 hat einen Anlagebereich 26 für die Stellklappe 28. Die Drehachse 30 der Stellklappe 28 ist im Bereich des mittleren Drittels der Stellklappe 28 angeordnet, wodurch die Stellklappe 28 beidseitig der Drehachse 30 jeweils einen Schenkel 32, 34 aufweist. Der erste Schenkel 32 ist etwas länger ausgebildet und zur Anlage an den Anlagebereich 26 der Reflexionsplatte 24 in der ersten Stellung vorgesehen. In dieser ersten Stellung leiten die Schenkel 32, 34 der Steuerklappe 28 den Hauptstrom großenteils über den Bereich zwischen der Wand 16 des Durchflußrohres 12 und der Reflexionsplatte 24, wodurch wiederum die Optik der Sensoröffnung 14 von Verunreinigungen und Schlieren gereinigt wird. In einer zweiten gestrichelt dargestellten Stellung liegt der längere Schenkel 32 der Steuerklappe 28 an einem Stellmagneten 36 an, wodurch die Strömung vor dem zwischen der Wand 16 des Durchflußrohres 12 der Reflexionsplatte 24 gebildeten Kanal weitgehend unterbrochen wird. Dort herrscht daher in der zweiten Stellung der Stellklappe 28 nur eine sehr geringe Strömungsgeschwindigkeit, die eine präzise Messung ermöglicht. Der kürzere Schenkel 34 der Stellklappe 28 ist relativ zu dem ersten längeren Schenkel 32 in etwa um 150° geneigt und in der Art einer Turbinenschaufel ausgebildet. Hierdurch wirkt auf beide Schenkel 32, 34 der Stellklappe 28 in etwa ein gleiches durch die Fluidströmung A erzeugtes Drehmoment, was es ermöglicht, den Stellmagneten klein zu dimensionieren. Da bei dieser Ausführungsform die Drehachse 30 nicht durch die Wand 16 des Durchflußrohres 12 hindurchgeführt werden muß, ermöglicht diese Ausführungsform eine stopfbuchslose Fertigung, was für bestimmte Anwendungsbereiche von größerer Bedeutung ist. Durch die stopfbuchslose Ausführung werden Dichtungsmaßnahmen im Bereich der Drehachse 30 und die damit einhergehenden negativen Auswirkungen auf die Fertigung des Durchflußrohres vermieden.

1. Vorrichtung zur in-line-Probenahme und zur optischen Messung von Materialeigenschaften eines strömenden Fluids für Prozeßanalysatoren unter Vermeidung von Verschmutzung,
mit einem Durchflußrohr (12) und mindestens einer Sensoröffnung (14) für eine optische Meßsonde, wobei in dem Durchflußrohr (12) eine ausgerichtete Reflexionsplatte (18, 24) zur Unterteilung des Durchflußstroms in einen Haupt- und Teilstrom angeordnet ist,
wobei die Sensoröffnung (14) in einer den Teilstrom begrenzenden Wand (16) des Durchflußrohres (12) oder der Reflexionsplatte (18, 24) ausgebildet ist und wobei in dem Durchflußrohr (12) stromaufwärts vor der Sensoröffnung (14) ein Leit- oder Sperrelement (20, 28) angeordnet ist, welches eine Fläche aufweist, die zur Beeinflussung des Strömungsverlaufs relativ zur Strömungsrichtung (A) in dem Durchflußrohr (12) quer ausrichtbar oder neigbar ist, derart, daß das Leit- oder Sperrelement (20, 28) in einer ersten Stellung zumindest einen Teil des Hauptstroms zur Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit in den Teilstrom zur Vermeidung von Verschmutzung umlenkt und daß das Leit- oder Sperrelement (20, 28) in einer zweiten Stellung eine verminderte Strömungsgeschwindigkeit zur Messung der Materialeigenschaften des strömenden Fluids bewirkt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, wobei die Reflexionsplatte (24) einen Anlagebereich (26) für das Leit- oder Sperrelement (28) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Leit- oder Sperrelement als Blende oder Schieber oder Klappe (20, 28) ausgebildet ist.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, wobei das Leit- und Sperrelement (20, 28) als Stellklappe mit einer quer zur Strömungsrichtung gerichteten Drehachse (22, 30) ausgebildet ist.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, wobei an der Wand (16) des Durchflußrohres (12) ein Magnet (36) angeordnet ist, der einen Anlagebereich für das Leit- oder Sperrelement (28) bildet.
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, wobei die Stellklappe (28) einen Hebel mit zwei beidseitig einer Drehachse (30) ausgebildeten Schenkeln (32, 34) bildet, die um einen Winkel von 90 Grad bis 180 Grad gegeneinander geneigt sind.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, wobei der Hebel einen längeren Schenkel (32) aufweist, dessen Ende zur Anlage an den Anlagebereich (26) der Platte (24) vorgesehen ist, und einen kürzeren Schenkel (34), der schaufelförmig ausgebildet ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, wobei das Durchflußrohr (12) im Bereich der Sensoröffnung (14) erweitert ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, wobei die Sensoröffnung (14) im unteren Bereich des Durchflußrohres (12) angeordnet ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, wobei in dem Teilstrom ein Temperatursensor und/oder ein Drucksensor angeordnet ist.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, wobei die Strömungsgeschwindigkeit in dem Teilstrom erfaßbar und zur Steuerung des Leit- oder Sperrelements (20, 28) zur Beeinflussung der Strömung im Durchflußrohr (12) verwendbar ist.

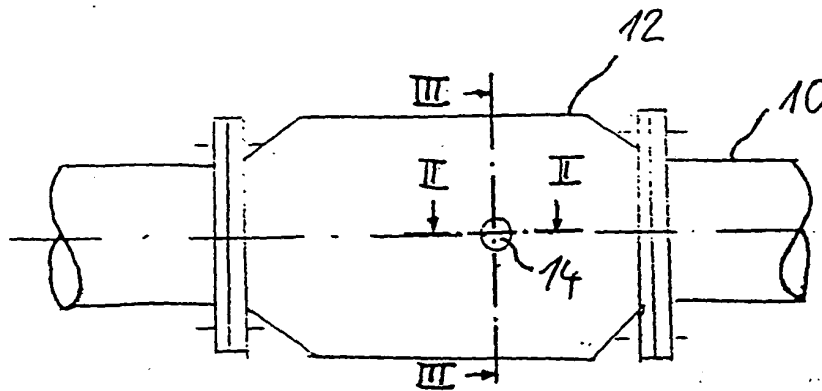


Fig. 1

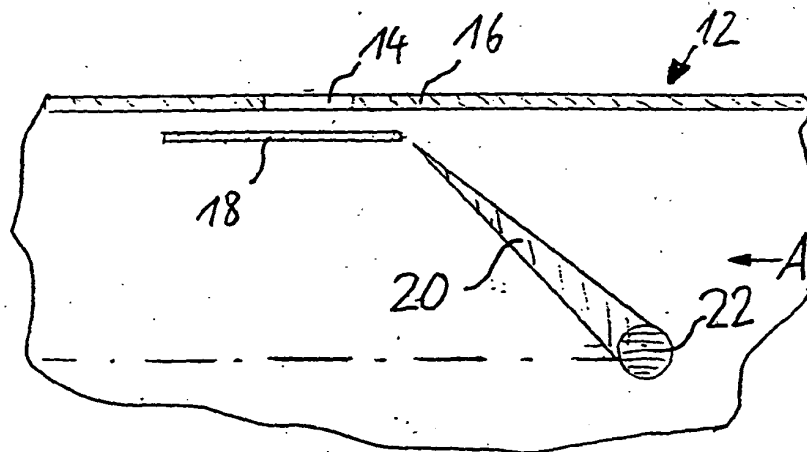


Fig. 2

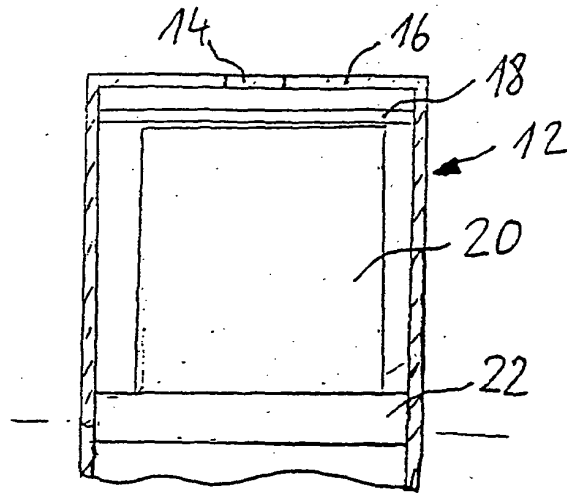


Fig. 3

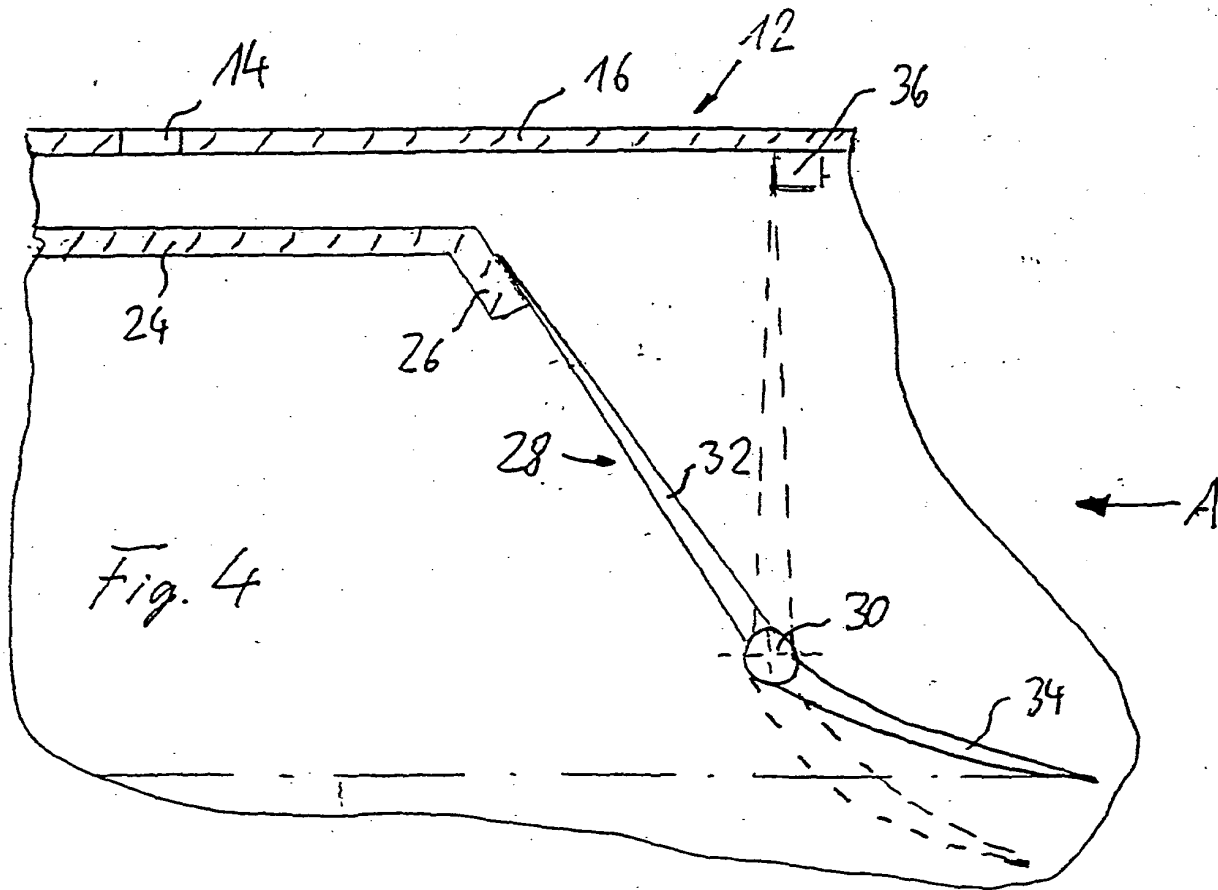


Fig. 4